

F-002



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 46 885 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 01 B 15/00
G 01 N 23/04

⑳ Aktenzeichen: 198 46 885.7
㉔ Anmeldetag: 13. 10. 1998
㉓ Offenlegungstag: 6. 7. 2000

DE 198 46 885 A 1

㉑ **Anmelder:**
Advanced Mobile Imaging GmbH, 65760 Eschborn,
DE; BASF AG, 67063 Ludwigshafen, DE

㉒ **Erfinder:**
Lindenmeier, Franziska, 40699 Erkrath, DE;
Steinhoff, Udo, 67063 Ludwigshafen, DE; Bauer,
Roland, 67591 Offstein, DE; Rost, Peter, 67281
Kirchheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Verfahren zum radiographischen Vermessen eines körperlichen Gegenstands**

⑤⑤ Das Verfahren dient zum radiographischen Vermessen eines körperlichen Gegenstands. Dieser wird zwischen einer Gamma- oder Röntgenstrahlenquelle und einem Strahlensensor positioniert und der Strahlung ausgesetzt. Dadurch wird die Abbildung des Gegenstands auf dem Strahlensensor in Form einer Vielzahl von Punkten jeweils mit zugehörigem Grauwert digital erfaßt, so daß auf dem Monitor eines Computers bildlich darstellbar ist. Abweichend von herkömmlichen Meßverfahren wird jedoch nicht unter Zuhilfenahme des menschlichen Auges ein Meßvorgang auf der bildlichen Darstellung des Gegenstands ausgeführt, sondern es werden aus den Positionen und/oder Grauwerten der vom Strahlensensor registrierten Punkte sowie aus der relativen Lage der Strahlenquelle und des Gegenstands mit Bezug auf den Strahlensensor die Maße des Gegenstands berechnet.

DE 198 46 885 A 1

Original document

0-003

Radiography equipment for examination of insulated pipelines has X-ray or gamma ray source in movable frame to enable scanning of pipe

Publication number: DE19846885

Publication date: 2000-07-06

Inventor: LINDENMEIER FRANZISKA (DE); STEINHOFF UDO (DE); BAUER ROLAND (DE); ROST PETER (DE)

Applicant: ADVANCED MOBILE IMAGING GMBH (DE); BASF AG (DE)

Classification:

- international: **G01B15/00; G01B15/02; G01N23/04; G01B15/00; G01B15/02; G01N23/02; (IPC1-7): G01B15/00; G01N23/04**

- european:

Application number: DE19981046885 19981013

Priority number(s): DE19981046885 19981013

View INPADOC patent family[Report a data error here](#)

Abstract of DE19846885

The radiography equipment is designed to overcome the difficulties experienced when the source of radiation (10) is fixed and the pipe casts a shadow onto a fixed plate (12). The radiation source is fastened to a frame so that it can be scanned over the pipe and the plate may be held in a frame which permits scanning motions.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Description of DE19846885

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum radiographischen Vermessen eines körperlichen Gegenstands, bei dem dieser zwischen einer Gamma- oder Röntgenstrahlenquelle und einem Strahlensensor positioniert und der Strahlung ausgesetzt wird, wonach die Abbildung des Gegenstands auf dem Strahlensensor in Form einer Vielzahl von Punkten jeweils mit zugehörigem Grenzwert digital erfasst wird und auf dem Monitor eines Computers bildlich darstellbar ist.

Die radiologische und radiographische Untersuchung von Objekten mittels Röntgenstrahlen hat sowohl der Human- und Veterinärmedizin als auch in der Technik grosse Bedeutung. Objekte sind hierbei alle durch Röntgen- und Gammastrahlen darzustellenden Gegenstände.

In der Medizin sind mit Hilfe von Bildern, die durch unterschiedlich Absorption von Röntgenstrahlen in

Körper entstehen, krankhafte Prozesse zu entdecken. In der Technik können Masse oder Defekte in Materialien gesucht werden, z. B. Risse, Lunker, verminderte Waddicken usw. Dabei können auch energiereichere Strahlen, z. B. von radioaktivem Iridium, eingesetzt werden. Weil in solchen Fällen die Aufnahmen denselben Gesetzmässigkeiten unterliegen, wird im folgenden nicht nach der Art der Strahlung differenziert und nicht von Röntgenröhren und Gammastrahlern, sondern allgemein von Strahlenquellen gesprochen.

Sowohl in der Medizin als auch in der Technik werden normalerweise fest installierte Röntgensysteme eingesetzt. Sie haben eine mechanisch starre Kopplung zwischen der Strahlenquelle und dem Aufnahme der Strahlen. Dies gewährleistet einen definierten Abstand. Als Sensoren oder Aufnehmer werden Röntgenfilme, Speicherfolien oder digitale Aufnehmer mit Bildverstärkern benutzt. Letztere liefern unmittelbar digitalisierbare Informationen, die mittels eines Rechners in Form zweidimensionaler Bilder der Einzelaufnahmen dargestellt werden. Im Vergleich dazu muss die Speicherfolie erst ausgelesen werden, bevor die Information im Computer vorliegt. Die herkömmlichen Röntgenfilme müssen zunächst mittels Nasschemie entwickelt werden und können dann evtl. eingescannt werden, wenn sie mittels ED¹ weiterverarbeitet werden sollen.

In der Veterinärmedizin und der Technik werden auch bereits mittels tragbarer Röntgengeräte Aufnahme vor Ort gemacht. Als Aufnehmer dienen dabei Röntgenfilme oder Speicherfolien. Der Film-Focus-Abstand wird entweder manuell mit am Röntgengerät befestigtem Massband oder optisch eingestellt. Beide Systeme erlauben lediglich die Anfertigung einer Vielzahl von Einzelaufnahmen, die keine weitergehenden Informationen enthalten. Ausserdem ist keine Echtzeit-Beurteilung möglich.

Die Interpretation der einzelnen Röntgenbilder wird sowohl in der Medizin als auch in der Technik vom Fachmann übernommen. Es ist viel Erfahrung notwendig, um das aufgenommene Bild richtig zu deuten. Dies liegt an der Informationsdichte der Röntgenbilder. Bei der Bewertung müssen die technischen und physikalischen Grundlagen der Bilderzeugung berücksichtigt werden.

Der Informationsgehalt eines Röntgenbildes ist bestimmt durch die Projektionsgesetze. Dabei spielt die Überlagerung (Superposition) unterschiedlich grosser Bilddetails eine kritische Rolle. Während z. B. in einer bestimmten Einzelaufnahme zwei oder mehr Details aufeinander projiziert werden und auf diese Weise dem Nachweis entgehen, können sie in einer anderen Projektion getrennt abgebildet werden.

Ein anderer Faktor ist der sog. Hochkanteneffekt. Dünne Details werden ggf. nur abgebildet, wenn sie mit ihrer längsten Ausdehnung im Strahlengang verlaufen. Weitere Faktoren, wie Parallaxe und Verzeichnung haben ebenfalls Einfluss auf das Röntgenbild.

Schliesslich ist besonders hervorzuheben, dass das Röntgenbild bisher ausschliesslich eine zweidimensionale Projektion eines dreidimensionalen Gegenstandes ist und als Durchstrahlungsbild im Gegensatz zur Fotografie, die reflektierte Strahlen punktbezogen sammelt und abbildet, aus sich heraus keine Ortsinformationen über die Bildtiefe bietet. Jeder erkennbare Punkt, z. B. ein Defekt, kann in Richtung der Strahlen vor oder hinter einem anderen erkennbaren Punkt liegen.

Um mittels radiologischer Verfahren dreidimensionale oder Schnittdarstellungen zu erhalten, werden bisher Computertomographen eingesetzt. Mit ihnen wird eine definierte Zahl von Schichten durch eine definierte Zahl von Projektionen als Dichtebilder aufgenommen, aus denen dann ein dreidimensionales oder Schnittbild konstruiert werden kann.

Insgesamt ist festzustellen, dass bisher radiologische und radiographische Verfahren mit oder ohne Zuhilfenahme eines Computers immer nur zu bildlichen Darstellungen geführt haben. Wenn abgebildete Gegenstände vermessen werden sollten, wie z. B. bei der Projektionsradiographie zur Messung der

Durchmesser und Wanddicken von Rohren, wurden die Masse mit Zirkel und Lineal aus den bildlichen Darstellungen gewonnen.

Dieses bekannte Verfahren ist jedoch mit dem wesentlichen Nachteil behaftet, dass das menschliche Auge nur sehr ungenügend zwischen verschiedenen Grauwerten eines Röntgenbildes unterscheiden kann und verhältnismässig grosse Unterschiede wahrnimmt. Auch das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges für eine aus einer grossen Zahl kleiner Punkte (Pixel) mit unterschiedlichen Grauwerten bestehende Darstellung ist begrenzt. Darunter leidet die Genauigkeit der bekannten Messverfahren auf der Grundlage der bildlichen Darstellungen, insbesondere dann, wenn bei punktuellen Rost- oder Korrosionsstellen im Inneren von Hohlkörpern oder auch in der Aussenwand wärmegeämmter Rohre verhältnismässig kleine Strukturen und allmähliche Übergänge in ein anderes Material oder einen anderen Dichtezustand erkannt werden müssen.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, welches eine wesentliche Verbesserung der Messergebnisse und der Arbeitsökonomie bei Prüf- und Messaufgaben gestattet.

Vorstehende Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass mittels des Computers aus den Positionen und/oder Grauwerten der vom Strahlensensor registrierten Punkte sowie aus der relativen Lage der Strahlenquelle und des Gegenstands mit Bezug auf den Strahlensensor die Masse des Gegenstands berechnet werden.

Zur Erzielung grösserer Genauigkeit nutzt die Erfindung die Tatsache, dass Computer im Gegensatz zum menschlichen Auge ohne weiteres mehr als 100 Punkte pro Zentimeter und zwischen schwarz und weiss gegebenenfalls hunderte von Grautönen unterscheiden können. Die Lage jedes einzelnen der winzigen Punkte mit jeweils einem bestimmten Grauton relativ zu den anderen Punkten ist unmittelbar nach der Aufnahme als Koordinatenwert sehr genau bekannt, so dass es zur Auswertung mit dem Ziel, die Masse eines durchstrahlten Gegenstands festzustellen, nach der Bestimmung der Lage überhaupt keines weiteren Messvorgangs mehr bedarf, der immer mit einer Messungenauigkeit behaftet ist. Es genügt vielmehr, mittels eines der jeweiligen Messaufgabe angepassten, vom Computer abzuarbeitenden Rechenprogramms durch Vergleich der Grauwerte Isokonturen festzustellen sowie entweder rechnerisch, z. B. durch Maximal- oder Minimalbedingungen, oder durch manuelle Steuerung mittels Cursor Punkte auf Isokonturlinien zu bestimmen, zwischen denen mittels des Arbeitsprogramms des Computers der Abstand ausgerechnet wird.

Auch durch die Schnelligkeit der Durchführung erreicht das neue Messverfahren eine nicht nur quantitative sondern auch qualitative Verbesserung der Prüfergebnisse. Bisher wurde beim Prüfen von Rohren in Chemieanlagen regelmässig erst nach einer Serie von Aufnahmen an den zu prüfenden Stellen die Auswertung und Vermessung der dabei gewonnenen Abbildungen vorgenommen. Bei geringfügig erscheinenden Abweichungen gegenüber dem Soll-Zustand verbietet es sich bei diesem Verfahren aus Kostengründen, die Aufnahmeapparatur noch einmal an dieselbe Messstelle zu transportieren. Ausserdem ist es praktisch unmöglich, ausgehend von den Einstellungen bei der ersten Aufnahme, reproduzierbare Verhältnisse wieder herzustellen und nur bestimmte Parameter zu ändern, um vergleichen zu können. Wenn dagegen in der bevorzugten praktischen Ausführung der Erfindung der Sensor eine röntgen- und gammastrahlenempfindliche, flächenhafte, z. B. auf amorphem Silizium basierende Halbleitermatrix ist, die unmittelbar nach der Expositionszeit elektronisch auslesbar ist, kann der Prüfer in jeder Stellung der Aufnahmeapparatur sofort nach der Exposition und Darstellung der vom Strahlensensor empfangenen Abbildung auf einem Computermonitor entscheiden, ob noch eine weitere Exposition nach Vornahme einer bestimmten Stellungsänderung durchgeführt werden soll, und er kann ausserdem sofort unter Berücksichtigung der Umgebung entscheiden, ob bestimmte Massnahmen getroffen werden müssen.

Nachstehend werden einige Ausführungsbeispiele des erfindungsgemässen Verfahrens anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung die normale Lage eines zu vermessenden Rohres mit Bezug auf eine Strahlenquelle und einen Strahlensensor bei der Projektionsradiographie;

Fig. 2 eine im Vergleich zu Fig. 1 andere Relativstellung der Teile, wie sie bei grösseren Rohren bevorzugt wird;

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines verstellbaren Stativs zum Halten einer Gammastrahlenquelle bei der Prüfung von Rohrleitungssystemen;

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines an einem zu vermessenden Rohr befestigten Strahlensensor und

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung eines an einem Rohrkrümmer befestigten Schieberahmens mit einem verschieblich daran geführten Strahlensensor.

In Fig. 1 ist ein mit einer Wärmedämmung ummanteltes Stahlrohr dargestellt, das auf innere und äusserflächenhafte Korrosion und Kavitation untersucht werden soll. Zu diesem Zweck wird auf der einen Seite des Rohrs eine Gammastrahlenquelle 10 mit Kollimator zur Begrenzung des Abstrahlungswinkels aufgestellt und auf der gegenüberliegenden Seite des Rohrs ein Strahlensensor 12 befestigt. Als Strahlenquelle 10 kommt z. B. Iridium 192, Kobalt 60 oder Selen 75 in Frage. Für bestimmte Fälle eignen sich auch ein tragbares Röntgengerät.

Als Strahlensensor wird vorzugsweise die bereits erwähnte, auf amorphem Silizium basierende Halbleitermatrix benutzt. Alternativ könnte aber auch ein Sensor nach dem CCD-Prinzip (Lumineszenz-Radiologie), ein Röntgenfilm oder eine Speicherfolie verwendet werden. Die beiden letzteren haben allerdings den Nachteil, dass die bei einer Exposition erzeugte Abbildung nicht sofort auf einem Monitor sichtbar gemacht werden kann. Röntgenfilme müssen erst entwickelt und anschliessend die Abbildungen in einen Computer eingescannt werden, und auch die Speicherfolien müssen in einem besonderen Arbeitsvorgang in den Computer eingelesen werden.

Bei der in Fig. 1 gezeigten Normallage der Teile bildet die flache Aufnahmeebene des Strahlensensors 12 einen rechten Winkel mit dem Zentralstrahl der Strahlenquelle 10 durch den Mittelpunkt des Rohrs. Nicht alle in Fig. 1 durch Pfeile angegebenen Masse lassen sich ohne weiteres mit einem Zollstock oder Massband messen. Insbesondere ist zu beachten, dass bei wärmegeprägten Rohren die Wärmedämmung nicht immer kreisrund ist und das Rohr genau konzentrisch umgibt. Da die genaue Kenntnis des Abstandes des Rohrs einerseits von der Strahlenquelle 10 und andererseits vom Strahlensensor 12 einen grossen Einfluss auf die Genauigkeit des Messverfahrens hat, ist es bei ummantelten Rohren normalerweise anzuraten, sich nicht darauf zu verlassen, dass das zu vermessende Rohr sich genau in der Mitte der Ummantelung befindet. Die vorherige genaue Kenntnis der Lage des Rohrs ist aber bei dem beschriebenen Verfahren auch nicht erforderlich. Wenn man nach einer Exposition die Strahlenquelle 10 z. B. längs des Zentralstrahls um ein bestimmtes Mass zum Mittelpunkt des Rohrs hin oder von diesem weg verschiebt, lassen sich aus der genauen Kenntnis dieser Verschiebung und der dadurch auf der Abbildung bewirkten Veränderung der Rohrdurchmesser und die Wandstärke des Rohres berechnen.

Für den Messvorgang beider Grössen werden die Abbildungen des Rohrs durch die seine Innenfläche und seine Aussenfläche tangierenden Randstrahlen benutzt. Bei Kenntnis der Lage des Rohrs mit Bezug auf den Strahler 10 und den Sensor 12 ergibt sich aus dem Abstand der äusseren Grenzlinie des in Fig. 1 mit bezeichneten Projektionsbereichs von der Mittellinie unter Zuhilfenahme der geometrischen

Strahlengesetze der Aussendurchmesser und aus der Lage der inneren Grenzlinie des Bereichs sp der Innendurchmesser des Rohrs. Aus dem Abstand beider Grenzlinien bzw. der Differenz der Durchmesser errechnet sich die Wandstärke.

Die Dicke der wärmedämmenden Ummantelung des Rohrs kann aufgrund derselben Exposition nach rechnerischer Verstärkung der Grauwerte bestimmt werden.

Um den Projektionsbereich sp nicht zu gross werden zu lassen und mit einem verhältnismässig kleinen Strahlensensor 12 auszukommen, wird beim Vermessen grösserer Rohre die in Fig. 2 dargestellte Anordnung gewählt. In diesem Fall bildet die flache Ebene des Strahlensensors 12 einen rechten Winkel mit einem das Rohr tangierenden Strahl der Strahlenquelle 10. Wenn dabei auch der Mittelpunkt des Rohrs durchstrahlt werden soll oder der Bereich sp zu gross wird, empfiehlt sich ein verschieblicher Strahlensensor 12, wie er in Fig. 5 gezeigt ist.

Aus der Kenntnis der Soll-Durchmesser eines Rohres und den gemäss Fig. 1 und 2 gemessenen Durchmessern lässt sich die innere und/oder äussere flächige Korrosion und die restliche Wandstärke ermitteln. Es muss jedoch auch eine örtlich eng begrenzte Kavitation bzw. eine Muldenbildung durch Lochfrass rechtzeitig festgestellt werden, um grössere Schäden zu verhindern. Solche kleinflächigen Schäden äussern sich in den Durchstrahlungsbildern durch etwas höhere Grauwerte, die das menschliche Auge bei Betrachtung eines bei der Prüfung belichteten Röntgenfilms oft überhaupt nicht oder nur schwach wahrnehmen kann. Da bei dem erfindungsgemässen Messverfahren die Auswertung nicht von der Sehkraft des menschlichen Auges abhängt, sondern statt dessen mit Hilfe eines Computers ein Grauwertvergleich vorgenommen wird, können bestimmte Grauwertveränderung verstärkt und dadurch auch für das menschliche Auge auf einem Monitor besser sichtbar gemacht werden. Der Prüfer hat dann, wenn er eine solche Kavitation oder Mulde feststellt, die Gelegenheit, die Strahlenquelle 10 und den Sensor 12 mit Bezug auf das Rohr so zu positionieren, dass sich die Mulde auf dem Zentralstrahl durch den Mittelpunkt des Rohrs befindet. Durch Vergleich des in dieser Lage gemessenen Grauwerts im Bereich der Mulde mit Grauwerten, wie sie sich bei einer Vielzahl unterschiedlicher Wandstärken des Rohrs ergeben, lässt sich die restliche Wandstärke im Bereich der Mulde, d. h. deren Tiefe feststellen. Auch diese Aufgabe könnte das menschliche Auge nur unter Inkaufnahme einer verhältnismässig grossen Ungenauigkeit erfüllen. Die Einbeziehung eines Rechners in Verbindung mit einem für unterschiedliche Grauwerte sehr empfindlichen Strahlensensor führt hier nicht nur zu einer Beschleunigung des Messvorgangs, sondern zu einer sprunghaft gesteigerten Genauigkeit. Ausserdem sind die Messergebnisse im Gegensatz zu den Empfindungen des menschlichen Auges bei der Bewertung von Einzelheiten in Schwarz-Weiss-Abbildungen reproduzierbar.

Das neue Messverfahren kann bei bestimmten Anwendungsfällen, z. B. in der Produktion bei der Qualitätsprüfung von Werkstücken, ohne bildhafte Darstellung auf einem Monitor und menschliche Einwirkung auf den Messvorgang allein mit der Protokollierung und Speicherung der Messwerte auskommen. Wenn jedoch an den zu messenden Gegenständen nach Lage und Ausmass sehr unterschiedliche Abweichungen vom Soll-Zustand auftreten können, empfiehlt sich eine halbautomatische Arbeitsweise. Im Beispielsfall der Prüfung von Rohren in chemischen Anlagen wird bei jeder Exposition je nach Grösse des Strahlensensors 12 die Rohrwand auf einer bestimmten axialen Länge des Rohrs abgebildet. Abgesehen von konstruktiv bedingten unterschiedlichen Durchmessern, wie z. B. bei Rohr-Reduzierstücken, kann es durch unterschiedliche Materialbeanspruchung, z. B. in oder neben Rohrkrümmern, durchaus auch schon in dem abgebildeten axialen Bereich über dessen Länge zu unterschiedlichen Schäden und Schwächungen der Rohrwand kommen. Um in solchen Fällen unter Ausnutzung der Erfahrung des Prüfers mit minimalem Speicherbedarf auszukommen, kann das Messverfahren zweckmässigerweise so durchgeführt werden, dass der Prüfer auf dem Monitor den Cursor an eine ihm besonders aussagekräftig erscheinende axiale Stelle des abgebildeten Rohrabschnitts bewegt und dann vom Computer ein Grauwertprofil entlang dieser Querschnittslinie dargestellt wird, das

vermessen und mit Grauwertprofilen von anderen Stellen verglichen werden kann.

Fig. 3 zeigt beispielhaft ein Stativ zum Halten einer Gammastrahlenquelle 10 bei den radiographischen Aufnahmen zur Prüfung von Rohren. Das zweibeinige Stativ hat Füße in Form von Prismen 14, die z. B. mittels Gurten 16 auf festliegenden Rohren oder Schienen befestigt werden können. Die Beine bestehen aus Teleskoprohren 18 und verfügen über mehrere Gelenke und Rohrspannelemente 20, die ein Feststellen des Stativs in vielen unterschiedlichen Lagen gestatten. Am freien Ende des Stativs befinden sich verstellbare Scheren 22 mit Klemmeinrichtungen zur Feineinstellung. Sie tragen eine Lineareinheit 24, längs derer die Strahlenquelle 10 eingestellt werden kann.

Der Strahlensensor 12 wird bei den radiographischen Aufnahmen vorzugsweise unmittelbar an dem zu prüfenden Rohr befestigt. Bei Rohren kleineren Durchmessers genügt es, den Strahlensensor 12 fest an einem Tragrahmen 26 anzubringen, der seinerseits mittels Haltewinkeln 28 und Stützarmen 30 über Gurte 32 leicht lösbar an dem Rohr festgelegt werden kann. Um bei grösseren Rohrdurchmessern ebenfalls mit einem verhältnismässig kleinen Strahlensensor 12 arbeiten zu können, wird gemäss Fig. 5, wo die Anwendung des Messverfahrens bei einem Rohrkrümmer gezeigt ist, statt des einfachen Rahmens 26 ein Schieberahmen 34 verwendet, der ebenso wie im Zusammenhang mit Fig. 4 beschrieben, leicht lösbar an dem Rohr festzulegen ist. Der Strahlensensor 12 sitzt in diesem Fall auf einem Schlitten 36, der längs des Schieberahmens 34 verschieblich ist.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Claims of DE19846885

1. Verfahren zum radiographischen Vermessen eines körperlichen Gegenstands, bei dem dieser zwischen einer Gamma- oder Röntgenstrahlenquelle (10) und einem Strahlensensor (12) positioniert und der Strahlung ausgesetzt wird, und danach die Abbildung des Gegenstands auf dem Strahlensensor in Form einer Vielzahl von Punkten jeweils mit zugehörigem Grauwert digital erfasst wird und auf dem Monitor eines Computers bildlich darstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Computers aus den Positionen und/oder Grauwerten der vom Strahlensensor (12) registrierten Punkte sowie der relativen Lage der Strahlenquelle (10) und des Gegenstands mit Bezug auf den Strahlensensor (12) Masse des Gegenstands berechnet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Strahlensensor (12) eine röntgen- und gammastrahlenempfindliche, flächenhafte Halbleitermatrix verwendet wird, die unmittelbar nach der Expositionszeit elektronisch ausgelesen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei nicht vermessener Lage des Gegenstands mit Bezug auf die Strahlenquelle (10) und den Strahlensensor (12) eine erste Aufnahme und nach einer bestimmten Stellungsänderung eine zweite Aufnahme gemacht wird, und dass dann die Masse des Gegenstands aus den Unterschieden der beiden Abbildungen und der Stellungsänderung berechnet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Wanddicke von Rohr und anderen Hohlkörpern aus der Abbildung von der Aussen- und Innenfläche der Wand tangierenden Strahlen ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe einer Kavitation einer Fläche einer Wand nach Durchstrahlung normal zu der Fläche im Bereich der Kavitation durch

Vergleich der Grauwerte dieses Bereichs mit den Grauwerten unterschiedlicher Wandstärken ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicken von Wandschichten mit unterschiedlicher Adsorption der Strahlung nacheinander aus derselben Aufnahme durch Filterung oder Skalierung ermittelt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Vermessen von Rohren und anderen Hohlkörpern ein Grauwertprofil längs einer Querschnittslinie dargestellt und rechnerisch vermessen wird, die durch manuelle Einstellung eines Cursors auf dem Monitor bestimmt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor einer Exposition der Strahlensensor (12) mittels eines Tragrahmens (26, 34, 36) an dem zu vermessenden Gegenstand lösbar befestigt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass als Tragrahmen ein Schieberahmen (34) verwendet wird und zur Gewinnung von Teilaufnahmen der Strahlensensor (12) in dem Tragrahmen (34) verschoben wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlenquelle (10) während der Aufnahmen von einem Stativ (16-24) mit einem Scherengitter (22) gehalten wird.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide